

# Optimalisasi produktivitas pengupasan biji kopi melalui modifikasi mesin pengupas

Ahmad Nurul Muttaqin, Uswatul Hasanah Mihdar

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang  
Jalan Perintis Kemerdekaan, KM 10, Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan 90245  
Email korespondensi: ahmadnurulmuttaqin@poliupg.ac.id

## Abstrak

Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengubah mesin pengupas kulit biji kopi untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi pengupasan. Perubahan dari alat sebelumnya mencakup penambahan mekanisme pegas pada ruang penggilasan mesin yang memungkinkan rol luar bergerak secara fleksibel sesuai dengan ukuran biji kopi yang masuk. Selain itu, perubahan ini juga mempertimbangkan penurunan persentase pecahnya biji kopi selama pengupasan. Mesin diuji dua kali selama pengujian, dengan tiga sampel diuji pada dua kondisi pengeringan berbeda. Hasil menunjukkan bahwa perubahan mesin berhasil mencapai tujuan. Kemampuan mesin mengupas biji kopi hingga kulit ari, bukan hanya kulit tanduk, menunjukkan peningkatan kualitas pengupasan biji kopi. Kuantitas biji kopi yang berhasil terupas juga meningkat, sementara persentase pecahnya biji kopi semakin berkurang. Melalui peningkatan kualitas dan kuantitas biji kopi yang dihasilkan dari mesin ini, perubahan ini sangat menguntungkan petani kopi. Selain itu, kajian ini menggunakan perangkat lunak Autodesk Fusion 360 untuk memungkinkan perakitan virtual komponen mesin sebelum produksi fisiknya. Hasil perakitan virtual membantu memahami cara mesin bekerja dan bagaimana masing-masing komponen berinteraksi satu sama lain. Oleh karena itu, perubahan pada mesin pengupas kulit biji kopi ini telah membantu petani kopi menghasilkan biji kopi yang berkualitas lebih tinggi dan mempercepat proses pengolahan biji kopi.

**Kata kunci:** modifikasi mesin kopi, kualitas biji kopi, pengupasan kopi, mekanisme pegas, perancangan alat kopi.

## Abstract

The aim of this research is to modify the coffee bean husking machine to enhance the quality and efficiency of the husking process. The modifications include the addition of a spring mechanism in the grinding space, enabling the outer roller to move flexibly in accordance with the size of the entering coffee beans. Furthermore, these changes also consider reducing the percentage of broken coffee beans during the husking process. The machine underwent two rounds of testing, with three samples tested under two different drying conditions. The research results demonstrate the success of the modifications in achieving their objectives. The machine's capability to husk coffee beans up to the parchment layer, not just the husk, indicates an improvement in the quality of the husking process. The quantity of successfully husked coffee beans also increased, while the percentage of broken beans decreased. By enhancing the quality and quantity of coffee beans produced by this machine, the modifications can significantly benefit coffee farmers. Additionally, this study utilized Autodesk Fusion 360 software to enable virtual assembly of machine components before physical production. The outcomes of the virtual assembly aided in understanding the machine's functionality and the interactions among its components. Therefore, the modifications to the coffee bean husking machine have assisted coffee farmers in producing higher-quality beans and expediting the coffee processing process.

**Keywords:** coffee machine modifications, coffee bean quality, coffee stripping, spring mechanisms, coffee equipment design.

## 1. Pendahuluan

Kopi telah menjadi salah satu komoditas pertanian terpenting di dunia. Sejak ditemukan pertama kali di abad ke-9 di Ethiopia, budidaya kopi telah menyebar ke berbagai negara, termasuk Indonesia. Di Indonesia, budidaya kopi mulai dikenal pada tahun 1699, ketika VOC (*Vereenigde Oost-Indische Compagnie*) memperkenalkan tanaman kopi di Pulau Jawa [1,2]. Saat ini, Indonesia merupakan salah satu produsen kopi terbesar di dunia, dengan berbagai jenis kopi yang dibudidayakan di berbagai wilayah, termasuk kopi Arabika di Sulawesi Selatan [3,4,5].

Pentingnya industri kopi bagi perekonomian Indonesia tidak dapat disangkal. Namun, untuk mencapai kualitas kopi yang baik dan memenuhi standar pasar yang semakin tinggi, pengolahan biji kopi menjadi faktor kunci [6,7,8]. Salah satu tahapan kunci dalam pengolahan biji kopi adalah pengupasan kulit biji kopi. Efisiensi dan kualitas pengupasan ini sangat berpengaruh pada hasil akhir kopi yang dihasilkan [9,10].

Di beberapa daerah di Sulawesi Selatan, terutama di kabupaten Enrekang, petani kopi menghadapi kendala serius dalam proses pengupasan kulit biji kopi [11]. Salah satu kendala utama adalah efisiensi alat yang rendah, dengan tingkat pengupasan hanya sekitar 100

gram per menit. Hal ini disebabkan oleh penggunaan penggerak manual dalam proses pengupasan yang membutuhkan banyak waktu dan usaha. Selain itu, hasil dari proses pengupasan seringkali kurang memuaskan, karena masih banyak biji kopi yang pecah setelah proses pengupasan.

Kendala-kendala ini bukan hanya mengakibatkan waktu dan biaya yang meningkat dalam proses pengupasan biji kopi, tetapi juga dapat mengurangi pendapatan yang seharusnya dapat diperoleh oleh petani kopi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam proses pengupasan biji kopi untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi.

Sebelumnya, telah ada upaya untuk mengembangkan mesin pengupas kulit biji kopi. Namun, mesin-mesin ini masih memiliki keterbatasan. Mereka memiliki efisiensi yang terbatas, dengan tingkat pengupasan sekitar 500 gram per menit [12]. Hal ini disebabkan oleh jarak antara rol penggilas yang statis, yang tidak dapat menyesuaikan dengan ukuran biji kopi yang masuk. Biji kopi yang kecil tidak dapat terkupas secara sempurna, sementara biji kopi yang agak besar seringkali hancur selama proses pengupasan.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan perubahan dan peningkatan dalam mesin pengupas kulit biji kopi. Salah satu pendekatan yang diambil adalah dengan merancang ulang mesin ini dengan menambahkan mekanisme otomatis, seperti pegas, dalam ruang penggilas. Mekanisme ini diharapkan dapat mengatasi kendala yang ada dan menghasilkan tingkat pengupasan yang lebih baik.

Dengan memahami latar belakang ini, dipilih untuk berfokus mengatasi tantangan yang dihadapi oleh petani kopi di Sulawesi Selatan dan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi biji kopi dalam rangka mendukung industri kopi yang berkembang pesat.

**2. Metode**

Di Bengkel Mekanik dan Las Politeknik Negeri Ujung Pandang, proyek modifikasi mesin pengupas kulit biji kopi dijalankan dari Februari 2023 hingga September 2023. Bengkel ini berfungsi sebagai pusat kegiatan perancangan dan pembuatan perubahan pada mesin pengupas kulit biji kopi.

Dalam proyek perubahan mesin ini, berbagai alat dan bahan digunakan, termasuk mesin las listrik, mesin bubut, bor tangan, bor meja, gerinda tangan, mistar baja, mistar insut, penggores, mesin *bending* plat, mata gerinda, tang, mata bor, meteran 5 m, palu besi, ragum, penyiku, kunci ring pas, sikat baja, kikir, dan alat pelindung diri (APD) [13]. Daftar bahan yang digunakan disebutkan di dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Kebutuhan Bahan.

Nama	Spesifikasi
Plat	0,8 mm
Besi Poros	Ø25,4 mm dan 500 mm
Rol Dalam	Ø13 cm
Rol Luar	17,8 cm
Besi L	40 x 40 x 3 mm
Baut	M10 dan M12
Sabuk	A62
<i>Pulley</i>	Ø3 dan Ø8 inch
Elektroda	E6013 Ø0,2
Cat Warna	Biru

Semua alat dan bahan ini berperan penting dalam pengembangan dan modifikasi mesin pengupas kulit biji kopi, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam pengolahan biji kopi.

Gambar 1 berikut menunjukkan bagan alir dalam proses modifikasi mesin pengupas kulit biji kopi.

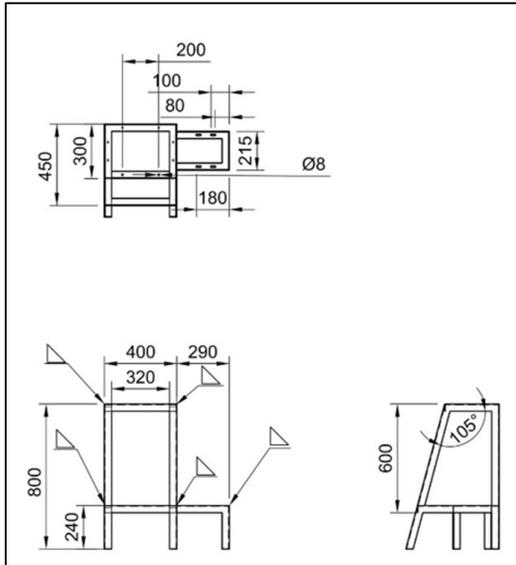


**Gambar 1.** Diagram alir.

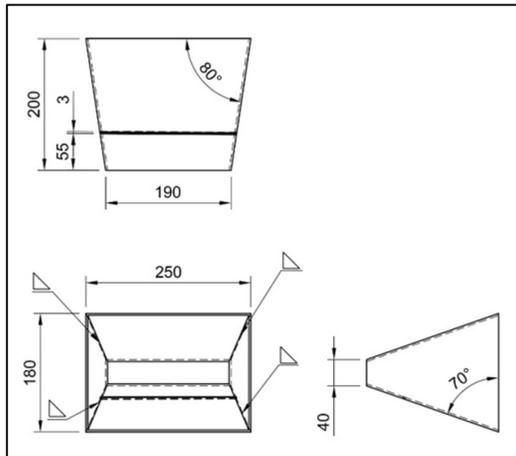
**Proses Perancangan Komponen Mesin Pengupas Biji Kopi**

Dalam kajian ini, teknik desain metodis multi-langkah digunakan. Tahap-tahap tersebut meliputi pemilihan

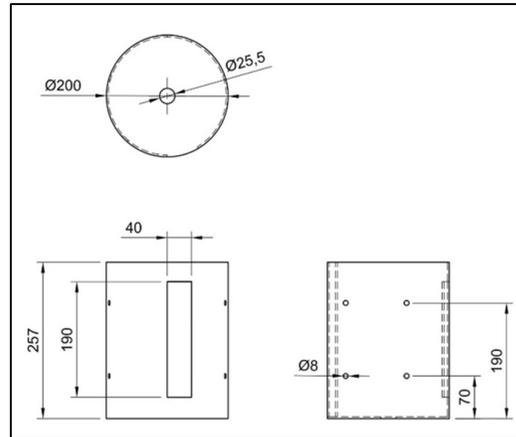
material, pembuatan dan perakitan komponen, pengujian serat tunggal, analisis hasil pengujian, dan desain konseptual menggunakan Autodesk Fusion 360 [14,15,16,17]. Komponen dirancang menggunakan ukuran millimeter (mm) seperti Gambar 2 berikut ini.



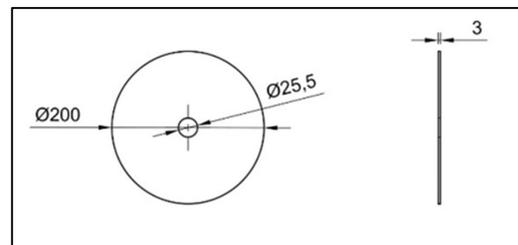
(a)



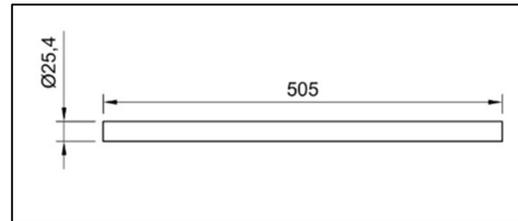
(b)



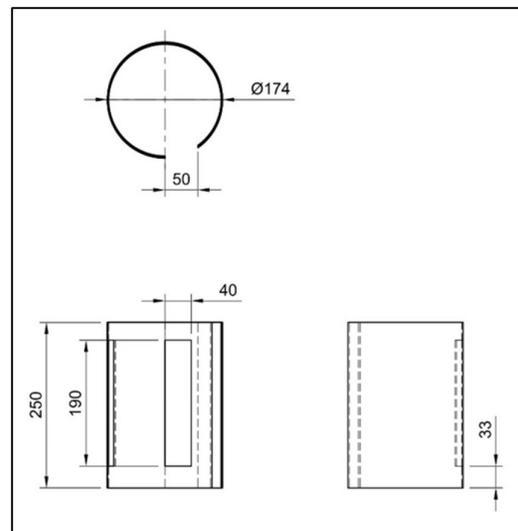
(c)



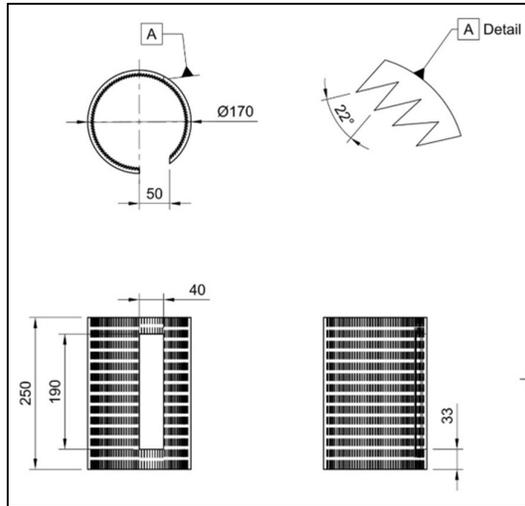
(d)



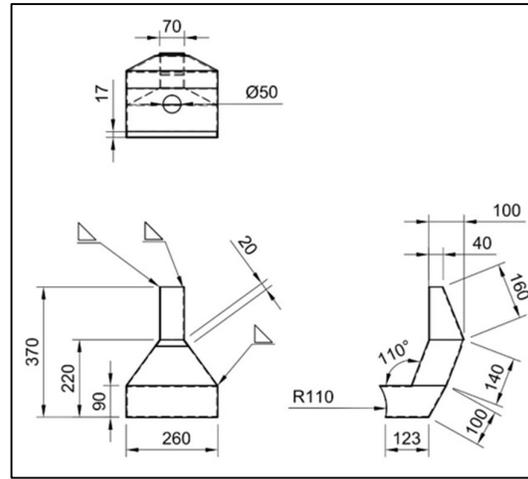
(e)



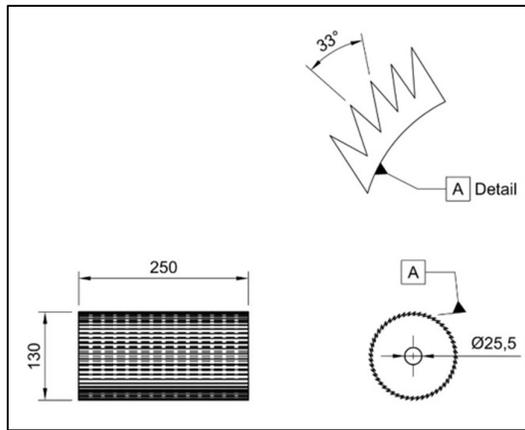
(f)



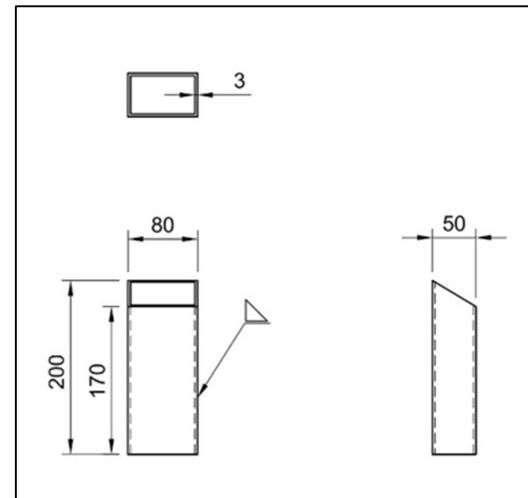
(g)



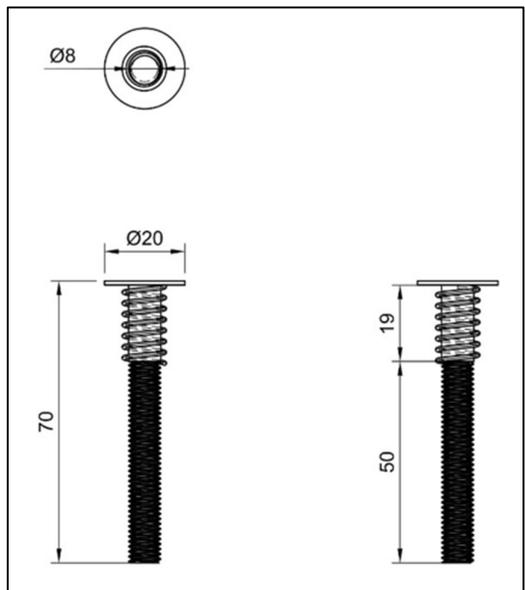
(j)



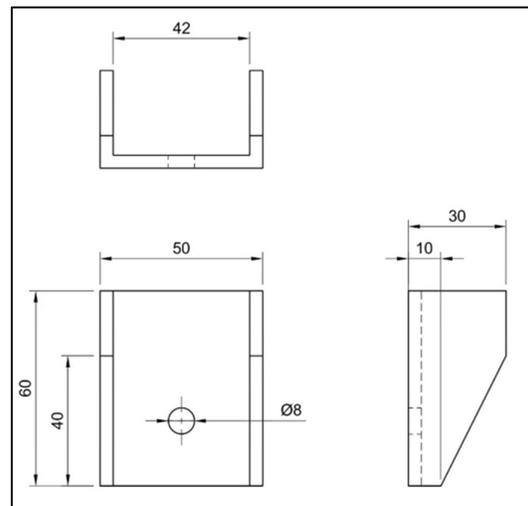
(h)



(k)



(i)



(l)

**Gambar 2.** Desain (a) rangka, (b) corong masuk, (c) tabung, (d) penutup tabung, (e) poros, (f) dinding rol, (g) rol luar, (h) rol dalam, (i) pegas tekan, (j) corong keluar, (k) mulut keluar, dan (l) penyangga tabung.

Pembaharuan pada alat pengupas biji kopi mencakup beberapa perubahan signifikan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pengupasan. Salah satu perubahan utama adalah penambahan mekanisme pegas pada ruang penggilasan mesin. Mekanisme pegas ini dirancang untuk memberikan fleksibilitas pada gerakan rol luar, sehingga mampu menyesuaikan diri secara optimal terhadap ukuran biji kopi yang masuk. Hal ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan kualitas pengupasan, memastikan bahwa mesin dapat mengupas biji kopi hingga lapisan kulit ari, bukan hanya kulit tanduk.

Selain itu, pembaharuan juga memperhatikan penurunan persentase pecahnya biji kopi selama proses pengupasan. Dengan demikian, perubahan ini tidak hanya berfokus pada peningkatan kualitas tetapi juga mengoptimalkan integritas biji kopi selama proses pengolahan. Pengujian dilakukan dengan menguji mesin dua kali dengan tiga sampel masing-masing pada dua kondisi pengeringan yang berbeda, memberikan pemahaman menyeluruh tentang kinerja mesin dalam berbagai situasi.

Pemanfaatan perangkat lunak Autodesk Fusion 360 untuk perakitan virtual menjadi tambahan signifikan dalam pembaharuan ini. Perakitan virtual membantu dalam memahami dan mengidentifikasi bagaimana setiap komponen saling berinteraksi sebelum produksi fisik dimulai. Dengan demikian, perubahan ini bukan hanya tentang peningkatan fisik mesin, tetapi juga tentang pendekatan yang lebih canggih untuk merancang dan memahami bagaimana mesin bekerja dalam lingkungan virtual.

Secara keseluruhan, pembaharuan pada alat pengupas biji kopi ini berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan kualitas dan efisiensi pengupasan biji kopi, dan pada gilirannya memberikan keuntungan yang signifikan bagi para petani kopi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

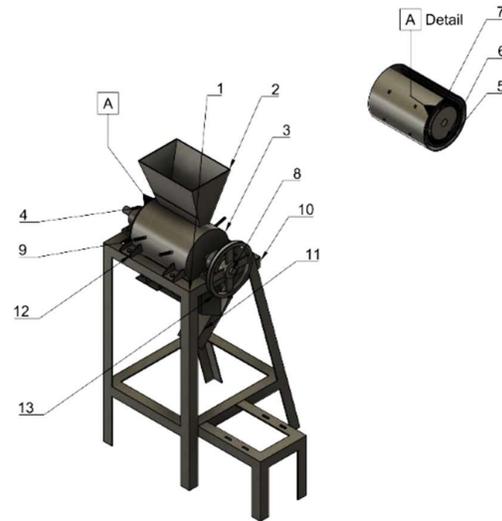
#### *Perakitan dan Pembuatan Mesin Pengupas Biji Kopi*

Autodesk Fusion 360, perangkat lunak desain dan manufaktur berbasis CAD/CAM, memungkinkan pengguna merancang dan merakit komponen mesin secara virtual sebelum produksi fisik [18].

Sebelum pembuatan fisik dimulai, pengembang mesin dapat melakukan simulasi, memeriksa ketersediaan ruang, dan mengevaluasi seberapa baik komponen berinteraksi satu sama lain dengan menggunakan Autodesk Fusion 360. Hasil dari perakitan virtual ini memberikan gambaran awal tentang bagaimana mesin seharusnya beroperasi dan bagaimana komponen berinteraksi satu sama lain.

Gambar 3 di bawah ini adalah gambar atau ilustrasi yang menunjukkan tampilan visual dari hasil perakitan mesin, yang memberikan pemahaman yang

jelas tentang bagaimana komponen-komponen tersebut akan bekerja sama saat mesin diproduksi. Hal ini membantu dalam pemahaman yang lebih baik tentang desain dan konfigurasi mesin yang diubah sebelum tahap produksi.



**Gambar 3.** Perakitan mesin pengupas biji kopi dengan menggunakan perangkat lunak.

Gambar 3 menunjukkan komponen berikut: (1) rangka; (2) corong masuk; (3) tabung; (4) penutup tabung; (5) dinding rol; (6) rol luar; (7) rol dalam; (8) poros; (9) pegas tekan; (10) corong keluar; (11) mulur keluar; (12) penyangga tabung; (13) puli tipe A.

Proses perakitan, yang merupakan tahap penting dalam pembuatan mesin pengupas kulit biji kopi, terdiri dari sejumlah proses yang dilakukan untuk membuat mekanisme kerja yang diinginkan. Proses ini termasuk memasang sambungan las pada setiap bagian rangka yang telah dibuat sebelumnya; sambungan baut digunakan untuk memasang bantalan pada rangka; sambungan las digunakan untuk memasang rol pengupas pada poros, yang kemudian dihubungkan dengan bantalan; sambungan las digunakan untuk memasang corong masuk dan keluar; dan sambungan las digunakan untuk memasang motor ke duduk. Dengan melakukan proses perakitan ini dengan cermat dan teliti, mekanisme kerja mesin pengupas kulit biji kopi dapat dibangun sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Proses ini kemudian akan menghasilkan pengolahan biji kopi yang lebih efisien dan berkualitas tinggi. Gambar 4 merupakan ilustrasi aktual dari perakitan komponen mesin.

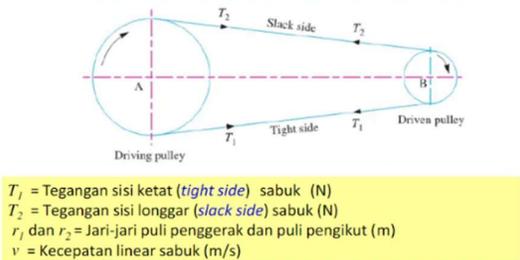
**Gambar 4.** Hasil perakitan komponen mesin pengupas biji kopi.



**Pemilihan Sabuk**

Untuk memilih sabuk yang akan digunakan, daya motor ( $P$ ) yang ditransmisikan dan putaran puli penggilas harus dipertimbangkan. Panjang sabuk yang akan digunakan dapat ditemukan dengan menggunakan Persamaan 1 berikut. Gambar 5 merupakan ilustrasi perhitungan sabuk [14].

$$\pi(r^1 + r^2) = 2x + \frac{(r^1+r^2)^2}{x} \tag{1}$$



**Gambar 5.** Ilustrasi perhitungan sabuk [14].

Karena panjang sabuk yang diperlukan adalah 53,6 inci, Persamaan 1 di atas menunjukkan bahwa sabuk jenis V tipe A54 akan digunakan.

**Pemilihan Puli**

Dua puli akan digunakan, yakni puli pada proses penggilasan dan puli penggerak pada poros motor. Motor penggerak memiliki putaran ( $N_1$ ) sebesar 1800 rpm, sementara putaran puli pada poros penggilasan ( $N_2$ ) direncanakan lebih lambat dari putaran motor, sehingga diameter puli pada poros penggilasan ( $d_2$ ) harus disesuaikan. Pemilihan puli dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2 berikut [14].

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2} \tag{2}$$

Jenis puli V tipe A digunakan, dengan putaran poros penggilas sebesar 675 rpm.

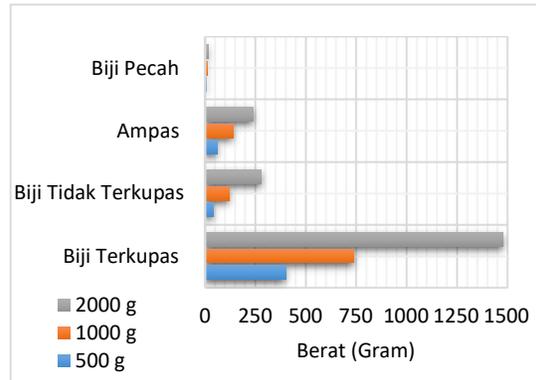
**Perencanaan Daya Motor**

Sesuai dengan Persamaan 3 berikut [14], jumlah daya yang digunakan oleh motor disesuaikan dengan jumlah daya yang tersedia yakni 1 HP = 0,7475 kW, sehingga 0,22 kW = 0,3 HP. Oleh karena itu, motor dengan daya minimal 0,3 HP digunakan.

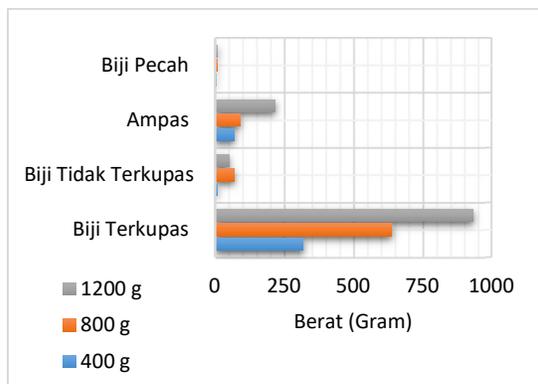
$$Pd = Fc (T \times \omega) \tag{3}$$

**Hasil Pengujian Mesin Pengupas Biji Kopi**

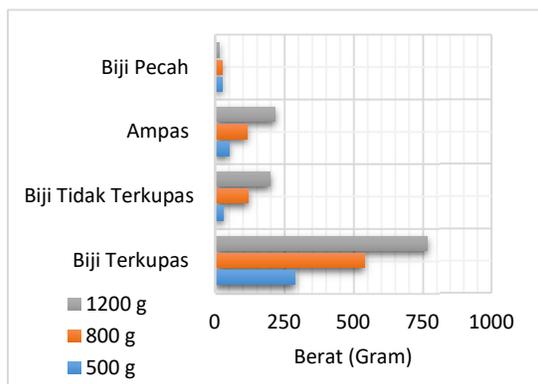
Evaluasi jumlah biji kopi yang terkupas, tingkat keberhasilan dalam mencapai kualitas pengupasan, dan kemanjuran pemisahan biji kopi dari kulit cangkangnya adalah beberapa indikator penting dalam desain mesin pengupas kulit biji kopi. Mesin ini memiliki dua corong keluaran. Corong keluaran ampas memiliki *blower* untuk membedakan biji kopi dari ampasnya. Corong keluaran biji kopi mengeluarkan biji kopi yang telah terkupas dan terpisah dari kulit cangkangnya. Proses pengupasan dan pemisahan adalah dua parameter utama yang diuji selama proses pengujian. Salah satu perubahan adalah penerapan pegas di ruang penggilasan untuk mengontrol ukuran biji kopi yang masuk dan penggunaan *blower* untuk memisahkan ampas dari biji kopi yang telah digiling. Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan grafik hasil pengujian pengeringan sampel, sedangkan Gambar 8 merupakan grafik hasil pengujian pada mesin sebelumnya.



**Gambar 6.** Hasil pengujian pengeringan sampel selama satu hari.



Gambar 7. Hasil pengujian pengeringan sampel selama tiga hari.



Gambar 8. Hasil pengujian alat pengupas biji kopi sebelumnya [12].

Hasil pengujian, yang dilakukan dua kali dengan tiga sampel masing-masing, menghasilkan sejumlah informasi yang signifikan. Pada percobaan pertama dengan pengeringan selama satu hari, persentase biji kopi yang telah terkupas adalah 92% untuk 500 gram, 88% untuk 1000 gram, dan 86% untuk 2.000 gram, masing-masing diukur berdasarkan perbandingan antara biji kopi yang telah terkupas dan yang masuk. Pada percobaan kedua, dengan pengeringan selama tiga hari, persentase biji kopi yang telah terkupas adalah 97% untuk 400 gram, 88% untuk 1.000 gram, dan 86% untuk 2.000 gram.

Sebagai perbandingan, data dari kedua percobaan menunjukkan bahwa mesin dapat mengupas biji kopi hingga kulit ari pada pengeringan selama tiga hari, sementara pada pengeringan selama satu hari, mesin hanya dapat mengupas hingga kulit tanduk. Selain itu, data menunjukkan peningkatan kuantitas pengupasan biji kopi yang signifikan dari sekitar 85,33% pada mesin sebelumnya menjadi 88,7% dan 94,3% setelah modifikasi, serta peningkatan kualitas pengupasan karena jumlah biji kopi yang pecah selama pengupasan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan pada mesin telah mencapai target, terutama dalam hal meningkatkan kualitas dan kuantitas biji kopi yang dihasilkan selama proses pengupasan. Hal ini

menunjukkan bahwa perubahan ini telah berhasil meningkatkan efisiensi dan performa mesin pengupas kulit biji kopi secara signifikan.

#### 4. Kesimpulan

Hasil pengujian mesin pengupas kulit biji kopi ini menunjukkan bahwa perubahan pada mesin ini telah meningkatkan kinerja dan kualitas pengupasan biji kopi. Penambahan mekanisme pegas pada ruang pengkilasan meningkatkan kualitas biji kopi yang dihasilkan karena rol luar dapat bergerak dengan bebas dan menyesuaikan dengan ukuran biji kopi yang masuk. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa kuantitas biji kopi yang terupas sebanding dengan persentase pecahnya biji kopi selama proses pengkilasan.

Oleh karena itu, perubahan pada mesin pengupas kulit biji kopi ini telah berhasil mencapai tujuannya: meningkatkan efisiensi pengupasan biji kopi dan meningkatkan kualitas biji kopi yang dihasilkan. Sebagai hasilnya, mesin ini sekarang dapat mengupas biji kopi hingga kulit ari, mengurangi kerusakan biji kopi selama pengkilasan, dan meningkatkan persentase biji kopi yang berhasil terkupas. Melalui peningkatan kualitas dan kuantitas biji kopi yang dihasilkan dari mesin ini, perubahan ini dapat sangat menguntungkan petani kopi.

#### Ucapan Terima Kasih

Berbagai pihak dan organisasi dapat bekerja sama dan membantu pengujian ini untuk berhasil. Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih kami yang tulus kepada Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang atas semua bantuan yang diberikan kepada kami selama pengujian ini, termasuk nasihat akademik, fasilitas, dan sumber daya. Selain itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada para profesor, dosen, dan pembimbing akademik kami atas bimbingan dan pengetahuan berharga mereka yang telah memastikan keberhasilan pengujian ini. Mereka selalu dimotivasi oleh komitmen mereka terhadap prestasi akademik.

Selain itu, kami berterima kasih kepada rekan sejawat dan peneliti lainnya yang telah membantu dan bekerja sama dengan kami untuk membuat kajian ini menjadi usaha tim yang berbagi pengetahuan mereka. Upaya bersama mereka telah meningkatkan kualitas pengujian kami. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada karyawan administratif dan teknis di Jurusan Teknik Mesin karena terus membantu kami dalam berbagai tugas.

Terakhir, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan keluarga kami karena telah membantu kami dan tetap sabar selama tahap-tahap yang penuh tantangan dalam pengujian ini. Kajian ini akan berhasil jika semua orang di atas bekerja sama dan membantu satu sama lain. Kami berterima kasih atas kontribusi penting Anda untuk proyek ilmiah ini.

## Daftar Pustaka

- [1] H. Marianto, M. Mujiyo, S. Sutarno, L. Z. Wijaya, K. A. Syamsuddin, and B. D. E. P. Nugroho, 'Evaluasi Kemampuan dan Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Kopi Arabika di Desa Jayagiri, Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat', *PRIMA J. Community Empower. Serv.*, vol. 6, no. 1, p. 23, Aug. 2022, doi: 10.20961/prima.v6i1.48116.
- [2] A. Tridawati *et al.*, 'Mapping the Distribution of Coffee Plantations from Multi-Resolution, Multi-Temporal, and Multi-Sensor Data Using a Random Forest Algorithm', *Remote Sens.*, vol. 12, no. 23, p. 3933, Dec. 2020, doi: 10.3390/rs12233933.
- [3] A. Fizriani, T. Febrianti, A. Rismayanti, and M. A. Barkah, 'PEMETAAN MASALAH DAN PRIORITAS PROGRAM PENGOLAHAN KOPI ARABIKA DI KABUPATEN GARUT', *MAHATANI J. Agribisnis Agribus. Agric. Econ. J.*, vol. 3, no. 2, p. 222, Jun. 2021, doi: 10.52434/mja.v3i2.1187.
- [4] S. Thamrin, M. Kadir, and L. Aulia, 'FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI KOPI ARABIKA DI KABUPATEN BANTAENG'.
- [5] S. Widiastutie, C. S. D. Kusuma, A. Pradhanawati, and M. A. Sardjono, 'Diplomasi Kopi Indonesia di Kancah Dunia', *Indones. Perspect.*, vol. 7, no. 2, Dec. 2022, doi: 10.14710/ip.v7i2.50778.
- [6] N. A. Febrianto and F. Zhu, 'Coffee bean processing: Emerging methods and their effects on chemical, biological and sensory properties', *Food Chem.*, vol. 412, p. 135489, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135489.
- [7] F. Bastian *et al.*, 'From Plantation to Cup: Changes in Bioactive Compounds during Coffee Processing', *Foods*, vol. 10, no. 11, p. 2827, Nov. 2021, doi: 10.3390/foods10112827.
- [8] N. A. Wibowo, F. Djufry, Syafaruddin, T. Iflah, and Dani, 'The Quality of Arabica Coffee Beans Evaluation at Various Processing in Luwu Regency South Sulawesi, Indonesia', *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1038, no. 1, p. 012068, Jun. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1038/1/012068.
- [9] C. S. D. Silva, A. P. D. F. Coelho, C. F. Lisboa, G. Vieira, and M. C. D. A. Teles, 'Post-harvest of coffee: factors that influence the final quality of the beverage', *Rev. Eng. Na Agric. - REVENG*, vol. 30, pp. 49–62, Apr. 2022, doi: 10.13083/reveng.v30i1.12639.
- [10] 'Review on Factors which Affect Coffee (Coffea Arabica L.) Quality in South Western, Ethiopia', *Int. J. For. Hortic.*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.20431/2454-9487.0501003.
- [11] A. N. F. Suloi, 'Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi sebagai Upaya Pemberdayaan Ibu-ibu Rumah Tangga di Desa Latimojong, Kabupaten Enrekang', *Agrokreatif J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 3, pp. 246–250, Nov. 2019, doi: 10.29244/agrokreatif.5.3.246-250.
- [12] N. Laia and S. Marbun, 'RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS KULIT ARI BIJI KOPI KAPASITAS 30 KG/JAM', *J. Teknol. Mesin UDA*, vol. 2, no. 2, pp. 93–100, 2021.
- [13] A. A. Kharisma and M. D. Ajiwiratama, 'Pengaruh kekuatan mata pisau mesin pencacah kompos menggunakan metode finite element analysis', *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 1, pp. 90–95, May 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i1.432.
- [14] A. N. Muttaqin, U. H. Mihdar, and Rusdi Nur, 'Optimalisasi dan pengembangan mesin penggembur tanah inovatif untuk meningkatkan produktivitas lahan kering', *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 2, pp. 45–52, Oct. 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i2.449.
- [15] A. N. Muttaqin, U. H. Mihdar, and A. Arfandy, 'PENGEMBANGAN MESIN PEMISAH KULIT POLONG KACANG HIJAU UNTUK PENINGKATAN KAPASITAS DAN EFISIENSI PEMISAHAN BIJI', *Mach. J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 51–57, Nov. 2023, doi: 10.33019/jm.v9i2.4519.
- [16] A. N. Muttaqin, R. Nur, and U. H. Mihdar, 'Revolusi dalam Pemecahan Biji Kemiri: Pengembangan Mesin Pemecah Kulit Kemiri yang Efektif dan Efisien', vol. 6, no. 2, 2023.
- [17] A. N. Muttaqin and U. H. Mihdar, 'Volume Kerja dan Waktu Penggilingan Tongkol Jagung pada Ukuran Produk/ Morfologi dalam Proses Ball Mill', *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 21, no. 1, p. 51, Apr. 2023, doi: 10.31963/sinergi.v21i1.4203.
- [18] E. Pianca, 'The Embedded Design Process: CAD/CAM and Prototyping', in *Foundations of Robotics*, D. Herath and D. St-Onge, Eds., Singapore: Springer Nature Singapore, 2022, pp. 333–373. doi: 10.1007/978-981-19-1983-1\_12.